

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (COLEOPTERA: SILVANIDAE) PADA BERAS DENGAN SUHU PENYIMPANAN YANG BERBEDA

OLEH

SIHAR PANGARAPAN ANDRIANO HARIANJA



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (COLEOPTERA: SILVANIDAE) PADA BERAS DENGAN SUHU PENYIMPANAN YANG BERBEDA

OLEH

SIHAR PANGARAPAN ANDRIANO HARIANJA

135040201111339

PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI

MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2018**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara jelas rujukannya dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juni 2018

Sihar Harianja



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Pertumbuhan dan Perkembangan *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) pada Beras dengan Suhu Penyimpanan yang Berbeda

Nama Mahasiswa : Sihar Pangarapan Andriano Harianja

NIM : 135040201111339

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

Tita Widjayanti, SP., M.Si.
NIK. 201304 870819 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403 198303 1 003

Tita Widjayanti, SP., M.Si.
NIK. 201304 870819 2 001

Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D.
NIP. 19720919 199802 1 001

Tanggal Lulus :

RINGKASAN

Pertumbuhan dan Perkembangan *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) pada Beras dengan Suhu Penyimpanan yang Berbeda. Dibawah bimbingan Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. dan Tita Widjayanti, SP., M.Si.

Beras merupakan bahan pangan pokok bagi sebagian besar penduduk Indonesia. Pada tahun 2012 konsumsi beras penduduk Indonesia mencapai 102 kg per kapita per tahun, jumlah tersebut lebih besar dua kali lipat dari konsumsi beras penduduk dunia yang hanya 60 kg per kapita per tahun. Peningkatan produksi padi di Indonesia perlu ditingkatkan untuk memenuhi peningkatan konsumsi beras di Indonesia. Akan tetapi usaha tersebut menemui berbagai kendala, diantaranya ialah serangan hama pasca panen atau hama gudang di penyimpanan. Salah satu hama penting yang menyerang beras dalam simpanan adalah serangga *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae). Besarnya kerusakan bahan simpanan ditentukan oleh kepadatan populasi serangga hama. Salah satu faktor yang mempengaruhi kepadatan populasi serangga hama adalah kondisi suhu lingkungan. Suhu mempengaruhi waktu yang dibutuhkan oleh serangga untuk berkembang dari telur hingga menjadi imago. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan *O. surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) pada beras dengan suhu penyimpanan yang berbeda.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan September 2017 hingga Januari 2018. Perlakuan pada penelitian pertumbuhan terdiri dari empat perlakuan suhu ($27\pm0,5$, $30\pm0,5$, $35\pm0,5$, dan $40\pm0,5$ °C), dan perlakuan pada penelitian perkembangan terdiri dari empat perlakuan suhu ($27\pm0,5$, $30\pm0,5$, $35\pm0,5$, dan $40\pm0,5$ °C). Penelitian pertumbuhan dilakukan dengan menginfestasikan imago *O. surinamensis* sebanyak 15 pasang pada masing-masing perlakuan suhu selama tujuh hari untuk selanjutnya diamati jumlah telur, larva, pupa, dan imago baru. Penelitian perkembangan dilakukan dengan menginfestasikan imago *O. surinamensis* sebanyak 15 pasang pada masing-masing perlakuan suhu untuk selanjutnya diamati lama stadium telur, larva, pupa, praoviposisi serta siklus hidup.

Hasil penelitian pertumbuhan serangga *O. surinamensis* pada beras dengan suhu penyimpanan yang berbeda menunjukkan bahwa perlakuan dengan suhu $27\pm0,5$, $30\pm0,5$, $35\pm0,5$, dan $40\pm0,5$ °C berpengaruh terhadap jumlah telur, larva, pupa, dan imago baru *O. surinamensis*. Hasil penelitian perkembangan serangga *O. surinamensis* pada beras dengan suhu penyimpanan yang berbeda menunjukkan bahwa perlakuan dengan suhu $27\pm0,5$, $30\pm0,5$, $35\pm0,5$, dan $40\pm0,5$ °C berpengaruh terhadap lama stadia telur, larva, pupa, praoviposisi dan siklus hidup *O. surinamensis*.

SUMMARY

Growth and Development of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) on Rice with Different Storage Temperatures. Supervised by Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. and Tita Widjayanti, SP., M.Si.

Rice is a staple food for most Indonesian. In 2012, Indonesian rice consumptions reached 102 kg per capita each year, the amount was twice more extensive than the amount of world rice consumption, which is only 60 kg per capita per year. The rice production in Indonesia needs to be increased to suffice Indonesian rice consumption. However, this effort faces some obstacles, such post-harvest pest attack or the insect stored in the storage. One of the significant pests that attack in the storage is *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae). The amount of stored product damage is determined by the pest population density. One of the factors that affect the number of pest population density is the environmental temperature condition. The temperature affects the pest growth time from an egg to an adult. This research aims to know the growth and development of *O. surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) on rice with different storage temperature.

This research was conducted in Plant Pest laboratory, Department of Plant Pest and Diseases, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya from September 2017 to January 2018. The treatment of the pest growth consists of four different temperature treatments namely, $27\pm0,5$, $30\pm0,5$, $35\pm0,5$, and $40\pm0,5$ °C, and the treatment for the pest development includes four different temperatures, namely $27\pm0,5$, $30\pm0,5$, $35\pm0,5$, and $40\pm0,5$ °C. The research of pest growth was done by investing the adult of *O. Surinamensis* as many as 15 pairs on each temperature treatment for seven days to observe the number of eggs, larvae, pupae, and new adults. The pest development research was done by investing the adult of *O. Surinamensis* as many as 15 pairs on each temperature treatment for seven days to observe further the length stages of eggs, larvae, pupae, preoviposition and life cycle..

The results about growth of *O. surinamensis* on rice with different storage temperatures showed that treatment with temperature $27\pm0,5$, $30\pm0,5$, $35\pm0,5$, and $40\pm0,5$ °C affected to the number of eggs, larvae, pupae, and new adults of *O. surinamensis*. The results about development of *O. surinamensis* on rice with different storage temperatures showed that treatment with temperature $27\pm0,5$, $30\pm0,5$, $35\pm0,5$, and $40\pm0,5$ °C affected to the long stages of eggs, larvae, pupae, preoviposition and life cycle of *O. surinamensis*.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pertumbuhan dan Perkembangan *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) pada Beras dengan Suhu Penyimpanan yang Berbeda”.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan terimakasih kepada Ibu Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Tita Widjayanti, SP., M.Si. selaku dosen pembimbing pendamping serta seluruh dosen Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

Penghargaan dan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada kedua orang tua tercinta yang selalu mendukung dengan doa, materi dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada kedua adik Putri Harianja, Edo Harianja serta Deby Ginting yang selalu mendoakan dan memberi dukungan dalam penyusunan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh rekan-rekan Laboratorium Hama tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya serta pihak yang telah membantu dan mendukung penyusunan skripsi ini.

Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang pertanian.

Malang, Juni 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 9 November 1994 sebagai putra pertama dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak M. Harianja dan Ibu R. Saragih. Adik pertama bernama Putri Harianja dan adik kedua bernama Edo Harianja.

Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Donbosco Saribudolok pada tahun 2007. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan studi ke SMP Bunda Mulia Saribudolok dan lulus pada tahun 2010. Setelah itu penulis melanjutkan studi ke SMA Santo Thomas 1 Medan dan lulus pada tahun 2013, kemudian penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, penulis pernah melakukan kegiatan magang kerja di PT Perkebunan Nusantara 2, Tanjung Garbus, Sumatera Utara pada tahun 2016. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam berbagai kepanitiaan yaitu sebagai anggota Divisi Perkap Natal Christian Community 2013, anggota Divisi Humas Paskah Christian Community 2014, CO Divisi Humas Ibadah Padang Christian Community 2015, Pendidikan Dasar dan Orientasi Terpadu Keprofesian (Proteksi) 2016, serta anggota Divisi Perkap Pemilihan Mahasiswa Raya Universitas Brawijaya (Pemira) 2016.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	ii
DAFTAR TABEL.....	ii
DAFTAR LAMPIRAN.....	iii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Hipotesis.....	3
1.5 Manfaat.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Klasifikasi <i>Oryzaephilus surinamensis</i>	4
2.2 Biologi <i>O. surinamensis</i>	4
2.2.1 Fase telur.....	4
2.2.2 Fase larva.....	4
2.2.3 Fase pupa.....	5
2.2.4 Fase imago.....	5
2.3 Arti Penting Hama Gudang <i>O. surinamensis</i>	7
2.4 Gejala Serangan <i>O. surinamensis</i>	7
2.5 Pengaruh Suhu terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan <i>O. surinamensis</i>	8
III. METODOLOGI.....	10
3.1 Tempat dan Waktu.....	10
3.2 Alat dan Bahan.....	10
3.3 Metode Penelitian.....	10
3.3.1 Persiapan penelitian.....	10
3.3.2 Pelaksanaan penelitian.....	11
3.4 Analisis Data.....	13
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
4.1 Hasil.....	14
4.1.1 Mortalitas imago <i>O. surinamensis</i>	14
4.1.2 Jumlah telur, larva, pupa, dan imago baru.....	15
4.1.3 Waktu perkembangan <i>O. surinamensis</i> pada beras dengan suhu penyimpanan yang berbeda.....	17
4.2 Pembahasan Umum.....	18
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	21
5.1 Kesimpulan.....	21
5.2 Saran.....	21
DAFTAR PUSTAKA.....	22

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1	Telur <i>O. surinamensis</i>	4
2	Larva <i>O. surinamensis</i>	5
3	Pupa <i>O. surinamensis</i> , (a) Lateral, (b) Ventral, (c) Dorsal.....	5
4	Imago <i>O. surinamensis</i> , (a) Dorsal, (b) Lateral, (c) Ventral	6
5	Trokanter dan Femur pada Tungkai Belakang Imago <i>O. surinamensis</i> , (a) Jantan, (b) Betina	6
6	Perbandingan Panjang Bagian Belakang Mata (<i>Temple</i>) dengan Panjang Mata pada <i>Oryzaephilus</i> (a) <i>Oryzaephilus</i> <i>mercator</i> , (b) <i>Oryzaephilus surinamensis</i>	7
7	Rerata Jumlah Telur, Larva, Pupa, dan Imago Baru <i>O. surinamensis</i> pada Berbagai Tingkatan Suhu.....	7

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1	Rerata Mortalitas Imago <i>O. surinamensis</i> Tujuh Hari Setelah Infestasi pada Berbagai Tingkatan Suhu	15
2	Rerata Jumlah Telur, Larva, Pupa, dan Imago Baru <i>O. surinamensis</i> pada Berbagai Tingkatan Suhu	16
3	Rerata Stadia Telur, Larva, Pupa, Praoviposisi, dan Siklus Hidup <i>O. surinamensis</i> pada Beras dengan Suhu Penyimpanan yang Berbeda	18

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Serangga <i>O. surinamensis</i> (a) Fase telur, (b) Fase larva, (c) Fase pupa, (d) Fase imago, (e) Imago Jantan, (f) Imago Betina.....	27
2. Inkubator (a) Pengamatan pertumbuhan serangga <i>O. surinamensis</i> (b) Pengamatan perkembangan serangga <i>O. surinamensis</i>	28
3. Larva <i>O. surinamensis</i> yang Mati pada Perlakuan Suhu 35 °C, (a) Dorsal, (b) Ventral	28
4. Analisis Ragam Mortalitas Imago yang Diinfestasikan dalam Penelitian Pertumbuhan <i>O. surinamensis</i> pada Beras dengan Suhu Penyimpanan yang Berbeda	29
5. Analisis Ragam Jumlah Telur dalam Penelitian Pertumbuhan <i>O. surinamensis</i> pada Beras dengan Suhu Penyimpanan yang Berbeda.....	29
6. Analisis Ragam Jumlah Larva dalam Penelitian Pertumbuhan <i>O. surinamensis</i> pada Beras dengan Suhu Penyimpanan yang Berbeda	29
7. Analisis Ragam Jumlah Pupa dalam Penelitian Pertumbuhan <i>O. surinamensis</i> pada Beras dengan Suhu Penyimpanan yang Berbeda	29
8. Analisis Ragam Jumlah Imago Baru dalam Penelitian Pertumbuhan <i>O. surinamensis</i> pada Beras dengan Suhu Penyimpanan yang Berbeda	30
9. Analisis Ragam Stadium Telur dalam Penelitian Pertumbuhan <i>O. surinamensis</i> pada Beras dengan Suhu Penyimpanan yang Berbeda	30
10. Analisis Ragam Stadium Larva dalam Penelitian Pertumbuhan <i>O. surinamensis</i> pada Beras dengan Suhu Penyimpanan yang Berbeda	30
11. Analisis Ragam Stadium Pupa dalam Penelitian Pertumbuhan <i>O. surinamensis</i> pada Beras dengan Suhu Penyimpanan yang Berbeda	30
12. Analisis Ragam Praoviposisi dalam Penelitian Pertumbuhan <i>O. surinamensis</i> pada Beras dengan Suhu Penyimpanan yang Berbeda	31
13. Analisis Ragam Siklus Hidup dalam Penelitian Pertumbuhan <i>O. surinamensis</i> pada Beras dengan Suhu Penyimpanan yang Berbeda	31

14. Rerata Suhu dan Kelembaban Harian pada Saat Penelitian	32
--	----



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beras merupakan bahan pangan pokok bagi sebagian besar penduduk Indonesia. Rejekiingrum (2013) melaporkan bahwa konsumsi beras penduduk Indonesia tahun 2012 mencapai 102 kg per kapita per tahun, jumlah tersebut lebih besar dua kali lipat dari konsumsi beras penduduk dunia yang hanya 60 kg per kapita per tahun.

Peningkatan produksi padi di Indonesia perlu ditingkatkan untuk memenuhi peningkatan kebutuhan beras di Indonesia. Akan tetapi, usaha tersebut menemui berbagai kendala, diantaranya ialah adanya serangan serangga hama pasca panen atau hama gudang di penyimpanan (Haryadi, 2010).

Serangga *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) atau dikenal sebagai “sawtoothed grain beetle” merupakan salah satu hama gudang penting dan merupakan hama sekunder yang biasa ditemukan pada berbagai macam bahan simpan yang telah diinfestasi oleh hama primer, seperti *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) dan *Sitophilus* spp. (Coleoptera: Curculionidae) (Back dan Cotton, 1926 ; Rees, 2004).

Hama gudang *O. surinamensis* merupakan serangga kosmopolit yang tersebar luas atau ditemukan diberbagai tempat di bumi, diantaranya ditemukan di Suriname, Indonesia, Amerika Serikat, Brasil dan lain sebagainya. Selain menyerang beras, hama *O. surinamensis* diketahui ditemukan menyerang pada buah pir, gandum, kismis dan kopra (Back dan Cotton, 1926 ; Johnson, 2013 ; Kalshoven, 1981).

Hama gudang *O. surinamensis* menyebabkan kerusakan baik secara langsung maupun tidak langsung. Kerusakan langsung akibat serangan hama *O. surinamensis* antara lain, penurunan berat pangan, kerusakan permukaan pangan, kontaminasi berupa kotoran atau bangkai serangga *O. surinamensis*. Kerusakan tidak langsung berupa peningkatan suhu di tempat penyimpanan (*heating*), peningkatan kadar air bahan simpan, memicu munculnya jamur dan penolakan bahan simpan oleh konsumen akibat menurunnya kualitas bahan simpan (Howe, 1962 ; Throne *et al.*, 2013). Besarnya kerusakan bahan simpanan sangat dipengaruhi oleh kepadatan populasi serangga hama. Salah satu faktor yang mempengaruhi kepadatan populasi serangga hama adalah kondisi suhu lingkungan yang mendukung.

Suhu merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan serangga. Suhu mempengaruhi waktu yang dibutuhkan oleh serangga untuk berkembang dari telur hingga menjadi imago (Komson, 1967; Rees, 2004). Suhu tubuh serangga mengikuti suhu lingkungan di sekitarnya, sehingga perkembangannya meningkat seiring dengan kenaikan suhu. Dampaknya, sebagian besar serangga hama gudang menjadi tidak aktif pada suhu rendah (10-15°C) dan akan mati pada suhu yang sangat rendah (0-5°C). Pada umumnya kisaran suhu yang efektif bagi serangga ialah suhu minimum 15°C, suhu optimum 25°C, dan suhu maksimum 45°C (Jumar, 2000 ; Navarro *et al.*, 2002).

Serangga *O. surinamensis* dapat hidup pada kisaran 20-38°C. Pada kondisi optimum, yaitu suhu 30-32,5°C dan kelembaban nisbi 70-90%, perkembangan serangga *O. surinamensis* dari telur hingga menjadi imago sekitar 20 hari (Rees, 2004). Sedangkan pada suhu 22,5°C perkembangan serangga *O. surinamensis* berlangsung lebih lama sekitar 43 hari (Komson, 1967).

Pada umumnya suhu di gudang penyimpanan yaitu gudang Bulog berkisar antara 29,59-33,07°C (Fatchurrozi, 2011). Kondisi tersebut sangat mendukung untuk pertumbuhan dan perkembangan serangga hama *O. surinamensis* (Rees, 2004). Sampai saat ini di Indonesia penelitian mengenai pengaruh suhu penyimpanan yang berbeda terhadap pertumbuhan dan perkembangan serangga *O. surinamensis* pada beras belum banyak dilakukan. Oleh karena itu perlu adanya kajian pada suhu berapa pertumbuhan dan perkembangan serangga *O. surinamensis* mulai terhambat, sehingga hasilnya dapat dijadikan dasar untuk pengendalian dengan memodifikasi suhu di tempat penyimpanan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan maka rumusan masalah yang diajukan adalah bagaimana pengaruh suhu terhadap pertumbuhan dan perkembangan serangga hama *O. surinamensis* ?

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pertumbuhan dan perkembangan serangga hama *O. surinamensis* pada suhu ruang 27±0,5, 30±0,5, 35±0,5, dan 40±0,5°C.

1.4 Hipotesis

Pertumbuhan serangga *O. surinamensis* lebih tinggi pada perlakuan suhu $30\pm0,5^{\circ}\text{C}$ dibandingkan dengan perlakuan pada suhu $27\pm0,5$, $35\pm0,5$, dan $40\pm0,5^{\circ}\text{C}$. Perkembangan serangga *O. surinamensis* lebih singkat pada perlakuan suhu $30\pm0,5^{\circ}\text{C}$ dibandingkan dengan perlakuan pada suhu $27\pm0,5$, $35\pm0,5$, dan $40\pm0,5^{\circ}\text{C}$.

1.5 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pertumbuhan dan perkembangan serangga hama *O. surinamensis* pada beras dengan suhu penyimpanan yang berbeda dengan harapan dapat digunakan sebagai dasar dalam pengendalian terhadap hama tersebut di tempat penyimpanan.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi *Oryzaephilus surinamensis*

Serangga *O. surinamensis* merupakan salah satu hama penting yang menyerang bahan pangan di tempat penyimpanan. Serangga ini termasuk ke dalam Kingdom: Animalia, Filum: Arthropoda, Kelas: Insekta, Ordo: Coleoptera, Famili: Silvanidae, Genus: *Oryzaephilus*, dan Spesies: *O. surinamensis* (Linneus) (Back dan Cotton, 1926)

2.2 Biologi *O. surinamensis*

Hama *O. surinamensis* merupakan serangga holometabola atau serangga yang mengalami metamorfosis sempurna. Metamorfosis sempurna ialah perkembangan yang dimulai dari fase telur, larva, pupa, dan imago (Govindaraj, 2014).

2.2.1 Fase Telur

Telur *O. surinamensis* memiliki ukuran panjang 0,83 mm-0,88 mm dan lebar 0,25 mm. Telur berwarna putih dan mengkilap (Gambar 1) (Cotton, 1996). Fekunditas atau kemampuan menghasilkan telur *O. surinamensis* betina ialah 50-300 telur per siklus. Telur diletakkan tersebar di semua bagian pakan yang diserang. Lama fase telur antara 5-7 hari (Friedman, 2015).



Gambar 1. Telur *O. surinamensis* (Sahito *et al.*, 2016)

2.2.2 Fase Larva

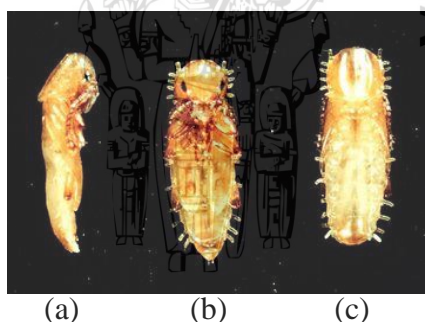
Larva *O. surinamensis* berwarna putih sejak pertama kali menetas dan lama kelamaan akan berubah warna menjadi putih kekuning-kuningan dengan corak gelap di bagian atas toraks dan bagian perut (Gambar 2). Tipe larva *O. surinamensis* ialah campodeiform. Panjang tubuh larva *O. surinamensis* ialah 0,8-0,9 mm dan lebar 0,24 mm sejak pertama kali menetas. Panjang larva instar akhir ialah 2,5-2,8 mm dan lebar 0,46-0,54 mm. Lama fase larva antara 12-15 hari (Back dan Cotton, 1926).



Gambar 2. Larva *O. surinamensis* (Rees, 2004)

2.2.3 Fase Pupa

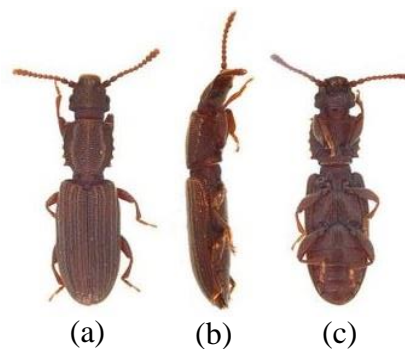
Pupa *O. surinamensis* memiliki lama stadia antara 6-7 hari pada suhu 27,5°C dan RH 75-80% sebelum keluar menjadi imago baru (Komson, 1967). Tipe pupa *O. surinamensis* ialah eksarat dan pupa membentuk struktur seperti kokon (Gambar 3). Perkembangan *O. surinamensis* dari telur hingga imago pada kondisi optimum, dengan temperatur 30-35°C dan kelembapan 70-90 % ialah sekitar 25-28 hari (Winarno, 2006).



Gambar 3. Pupa *O. surinamensis*, (a) Lateral, (b) Ventral, (c) Dorsal (Simmons dan Nelson, 1975)

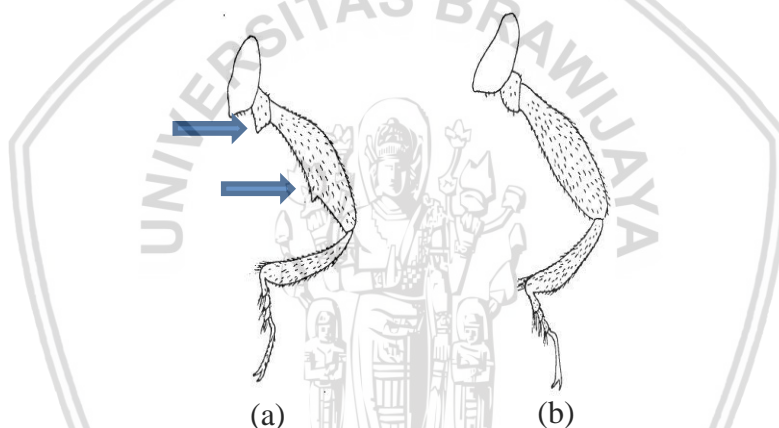
2.2.4 Fase Imago

Imago *O. surinamensis* berukuran 2,5-3,5 mm (Arthur, 2001; Rees, 2004) (Gambar 4). Imago *O. surinamensis* mampu hidup selama 6-8 bulan. Serangga *O. surinamensis* merupakan serangga kosmopolitan dan aktif bergerak mencari makan (Back dan Cotton, 1926). Imago *O. surinamensis* memakan bagian beras atau pakan yang telah rusak, pecah, atau berjamur. Kumbang bergerigi ini termasuk kelompok serangga holometabola atau bermetamorfosis sempurna (Rees, 2004).



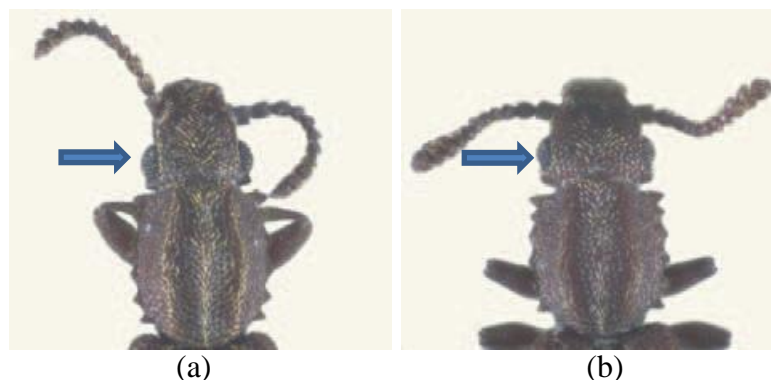
Gambar 4. Imago *O. surinamensis*, (a) Dorsal, (b) Lateral, (c) Ventral (Sahito *et al.*, 2016)

Perbedaan imago jantan dan betina pada serangga *O. surinamensis* dapat dilihat dari bagian trokanter dan femur pada tungkai belakang (Gambar 5). Imago jantan memiliki taji (*spine*) pada trokanter dan femur pada tungkai belakangnya (Bousquet, 1990).



Gambar 5. Trokanter dan Femur pada Tungkai Belakang Imago *O. surinamensis*, (a) Jantan, (b) Betina (Komson, 1967; Bousquet, 1990)

Ada dua spesies yang sering ditemukan di penyimpanan bahan pangan, yakni *O. surinamensis* dan *O. mercator*. Kedua spesies ini dapat dibedakan dengan cara melihat perbandingan antara panjang bagian belakang mata majemuk (*temple*) dengan panjang mata majemuk. Panjang *temple* serangga *O. surinamensis* lebih dari setengah atau sama dengan panjang mata majemuk, sedangkan serangga *O. mercator* panjang *temple* kurang dari setengah panjang mata majemuk (Rees, 2004).



Gambar 6. Perbandingan Panjang Bagian Belakang Mata (*Temple*) dengan Panjang Mata pada *Oryzaephilus*, (a) *O. mercator*, (b) *O. surinamensis* (Rees, 2004)

2.3 Arti Penting Hama Gudang *O. surinamensis*

Serangga *O. surinamensis* merupakan hama penting pada berbagai bahan pangan. Hama tersebut merupakan serangga kosmopolit dan polifag. Serangga kosmopolit ialah serangga yang mudah ditemukan diberbagai tempat atau tersebar luas diberbagai tempat di dunia, diantaranya ditemukan di Suriname, Indonesia, Amerika Serikat, Brasil dan lain sebagainya. Sedangkan serangga polifag ialah serangga yang menyerang atau memakan berbagai jenis pakan sebagai sumber nutrisi bagi tubuhnya (Back dan Cotton, 1926 ; Kalshoven, 1981).

Serangga *O. surinamensis* menyerang berbagai jenis bahan simpan seperti kacang-kacangan, biji-biji yang mengandung minyak (*oilseeds*), produk sereal, biji-bijian sereal dan buah kering (Levinson dan Levinson, 1978; White dan Luke, 1986). Serangga tersebut berukuran kecil dan berbentuk pipih, sehingga mudah masuk dan bersembunyi dalam bahan simpanan yang telah dikemas baik maupun diberbagai tempat di fasilitas penyimpanan (Arthur, 2001; Rees, 2004; Hangay dan Zborowski, 2010).

Leelaja (2007) menyatakan bahwa, infestasi hama ini pada bahan simpanan akan mengontaminasi bahan simpanan terutama yang telah diproses lebih lanjut seperti tepung dan sereal yang telah dikemas baik. Kontaminasi tersebut dapat berpengaruh terhadap reputasi produsen dan keluhan konsumen.

2.4 Gejala Serangan *O. surinamensis*

Larva dan imago serangga *O. surinamensis* merupakan hama sekunder pada beberapa bahan pangan. Salah satu bahan pangan yang diserang hama *O. surinamensis* ialah beras. Hama *O. surinamensis* menyerang beras yang telah diinfestasi oleh hama primer seperti *Sitophilus zeamais* (Mots.) (Coleoptera:

Curculionidae), *Sitophilus oryzae* (Linn.) (Coleoptera: Curculionidae) dan *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) (Hasyem *et al.*, 2012).

Larva *O. surinamensis* menyerang bagian embrio pada bahan pangan serealia yang belum diolah dan masih di gudang penyimpanan. Serangan larva *O. surinamensis* tersebut mengakibatkan biji menjadi rusak dan meninggalkan bekas berupa celah kecil (Sjam, 2014; Emery dan Nayak, 2007).

Serangan hama *O. surinamensis* pada bahan simpanan dapat menyebabkan kontaminasi. Kontaminasi yang disebabkan oleh serangga tersebut ialah dalam bentuk tubuh serangga mati, kotoran, sekresi maupun bekas ganti kulit yang menyebabkan perubahan warna dan bau pada bahan simpanan (Peng dan Rejesus, 1988).

2.5 Pengaruh Suhu Pada Pertumbuhan dan perkembangan *O. surinamensis*

Tinggi atau rendah populasi hama dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang mendukung. Faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan populasi serangga hama di tempat penyimpanan salah satunya ialah suhu. Suhu mempengaruhi waktu yang dibutuhkan oleh serangga untuk berkembang dari telur hingga menjadi imago (Busnia, 2006 ; Rees, 20004).

Suhu lingkungan yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan kematian pada serangga hama gudang, dan juga suhu lingkungan yang terlalu rendah mengakibatkan kematian pada serangga hama gudang. Pada umumnya, serangga di tempat penyimpanan beras tidak dapat bertahan pada suhu rendah dibawah 10°C untuk waktu yang lama (Prakash dan Rao, 1995).

Suhu tubuh serangga mengikuti suhu lingkungannya, sehingga perkembangan serangga meningkat seiring kenaikan suhu lingkungan. Hal ini mengakibatkan banyak serangga hama gudang menjadi tidak aktif pada suhu rendah yaitu 10-15°C dan serangga hama gudang akan mati pada suhu yang sangat rendah yaitu 0-5°C (Navarro *et al.*, 2002).

Serangga hama gudang pada spesies berbeda memiliki suhu maksimum dan minimum yang berbeda-beda. Suhu lingkungan maksimum serangga *Oryzaephilus surinamensis* ialah 38°C. Suhu lingkungan minimum serangga *O. surinamensis* ialah 20°C. Suhu lingkungan optimum serangga *O. surinamensis* ialah 30-32,5°C. Pada suhu optimum jumlah populasi serangga *O. surinamensis* sangat tinggi (Rees, 2004).

Hama gudang yang mampu berkembang baik pada suhu optimum 30°C antara lain, *O. surinamensis* (Linnaeus) (Coleoptera: Silvanidae), *Tribolium*

castaneum (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Rhizopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera: Laemophloeidae) (Howe, 1965).

Komson (1967) melaporkan bahwa lama stadia telur *O. surinamensis* pada suhu 27,5°C ialah 4,47 hari, sedangkan lama stadia telur *O. surinamensis* pada suhu 32,5°C ialah 3,63 hari. Lama stadia larva *O. surinamensis* pada suhu 27,5°C ialah 14,21 hari, sedangkan lama stadia larva *O. surinamensis* pada suhu 32,5°C ialah 13,79 hari. Sesuai dengan Marwoto (2011) bahwa peningkatan suhu lingkungan akan mempengaruhi kecepatan metabolisme tubuh serangga. Semakin tinggi suhu maka waktu yang dibutuhkan serangga untuk menyelesaikan siklus hidup semakin singkat.



III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan September 2017 sampai dengan bulan Januari 2018.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah tabung kaca untuk perlakuan ($d = 6,5$ cm, $t = 9$ cm), tabung kaca untuk sterilisasi pakan ($d=15$ cm, $t=17$ cm), tabung kaca untuk perbanyakan ($d = 6,5$, $t = 9$ cm), *freezer*, lemari pendingin, termohigrometer, nampan, timbangan digital, fial film, *Grain Moisture Tester* tipe Riceter tipe F511, mikroskop, inkubator ($p = 72$ cm, $l = 40$ cm, $t = 33$ cm), karet gelang, kertas label, kuas, kain kasa, dan kamera digital.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah imago *O. surinamensis* yang diperoleh dari koleksi Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, beras varietas IR 64, dan *rolled oat* dan ragi (*yeast*) untuk bahan perbanyakan.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap, tahap persiapan dan tahap pelaksanaan penelitian. Persiapan penelitian terdiri dari penyediaan pakan serangga, sterilisasi pakan, dan perbanyakan serangga.

3.3.1 Persiapan Penelitian

Penyediaan pakan serangga

Pakan serangga yang digunakan dalam penelitian ini ialah beras varietas IR 64 yang diperoleh dari desa Nglanglang, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Kadar air beras diukur sebanyak tiga kali dengan menggunakan *Grain Moisture tester*. Kadar air yang digunakan dalam penelitian ini ialah 13,5-14% (Heinrichs *et al.*, 1984).

Sterilisasi pakan

Pakan dimasukkan ke dalam tabung kaca ($d=15$ cm, $t=17$ cm) untuk disterilisasi. Sterilisasi pakan dilakukan dengan *freezer*. Suhu yang digunakan ialah -15°C dan dilakukan selama 7 hari. Kemudian dipindahkan ke lemari pendingin dengan suhu 5°C selama 7 hari. Setelah itu pakan dipindahkan ke

ruangan dengan suhu $27\pm 2^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan $65\pm 5\%$. Tujuan dari sterilisasi pakan ini ialah agar pakan yang digunakan untuk penelitian tidak terkontaminasi oleh organisme lain (Heinrichs *et al.*, 1984).

Perbanyakkan serangga

Perbanyakkan serangga *O. surinamensis* dilakukan di laboratorium dengan suhu $\pm 27^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan nisbi $\pm 70\%$. Pemeliharaan serangga menggunakan tabung kaca dengan pakan *rolled oat*. Serangga yang digunakan untuk perbanyakkan berasal dari koleksi Laboratorium Hama Jurusan HPT FP UB. Sebelum dilakukan perbanyakkan, terlebih dahulu dilakukan identifikasi untuk menentukan spesies.

Perbanyakkan *O. surinamensis* menggunakan pakan *rolled oat* dan ragi (*yeast*) dengan perbandingan 95%:5% (Fields dan Korunic, 2000). Penambahan ragi berfungsi untuk menambah jumlah nutrisi pada pakan yang berguna untuk meningkatkan kemungkinan serangga untuk menghasilkan telur (Sacakli *et al.*, 2013).

Rollled oat dan ragi dimasukkan kedalam tabung perbanyakkan dan dicampur hingga merata. Diinfestasi imago *O. surinamensis* sebanyak 100 ekor tanpa membedakan jantan atau betina ke dalam tabung perbanyakkan yang berisi *rolled oat* dan ragi. Tabung kaca ditutup dengan kain kasa dan imago dikeluarkan dari tabung kaca setelah tujuh hari infestasi (Heinrichs *et al.*, 1984). Telur yang baru diletakkan oleh imago *O. surinamensis* dipelihara hingga berkembang menjadi imago *O. surinamensis*.

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri dari pengamatan terhadap pertumbuhan dan pengamatan terhadap perkembangan serangga *O. surinamensis* pada beras dengan suhu penyimpanan yang berbeda. Perlakuan pada penelitian ini terdiri dari empat tingkatan suhu, antara lain suhu $27\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $30\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $35\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, dan $40\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Penelitian ini diatur menggunakan Rancangan Acak Lengkap dan dilakukan enam kali ulangan sehingga didapatkan 24 satuan percobaan. Perlakuan suhu $27\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ menggunakan suhu ruangan Laboratorium Hama, dan untuk suhu $30\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $35\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, dan $40\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ menggunakan inkubator.

Penelitian I : Pertumbuhan *O. surinamensis* pada berbagai tingkatan suhu

Tabung kaca yang digunakan untuk penelitian diisi dengan beras varietas IR 64 sebanyak 30 g dan diinfestasi imago *O. surinamensis* sebanyak 15 pasang yang berumur 1-2 minggu hasil dari perbanyakan di tabung kaca dengan pakan *rolled oat*. Tabung kaca ditutup dengan kain kasa dan di tempatkan di dalam inkubator sesuai perlakuan masing masing. Pengamatan dilakukan 7 hari setelah infestasi imago *O. surinamensis* sebanyak 15 pasang. Pengamatan yang pertama dilakukan ialah penghitungan mortalitas dan jumlah telur serangga *O. surinamensis* (Heinrichs *et al.*, 1984).

Penghitungan mortalitas imago *O. surinamensis* dilakukan pada hari ke-7 setelah infestasi imago pada pakan dengan cara mengeluarkan imago dari tabung kaca ke nampan dan dipisahkan dari beras. Jumlah imago yang hidup dan mati dihitung, setelah itu dilakukan penghitungan jumlah telur.

Telur *O. surinamensis* berada diantara butiran beras dan ada juga yang melekat pada beras. Telur kemudian diamati dibawah mikroskop dan dihitung satu per satu dengan menggunakan alat *hand counter*. Setelah dihitung, telur dan beras dimasukkan kembali ke dalam tabung kaca. Tabung kaca tersebut kemudian diletakkan kembali ke dalam inkubator sesuai perlakuan hingga menetas menjadi larva.

Penghitungan jumlah larva *O. surinamensis* dilakukan 7 hari setelah penghitungan jumlah telur hingga tidak ada lagi telur yang berubah menjadi larva. Jumlah larva diamati dibawah mikroskop dan dihitung satu per satu dengan menggunakan alat *hand counter*. Larva kemudian dikembalikan ke dalam tabung kaca. Larva di dalam tabung kaca tersebut kemudian diletakkan kembali ke dalam inkubator sesuai perlakuan hingga menjadi pupa.

Penghitungan jumlah pupa *O. surinamensis* dilakukan 14 hari setelah penghitungan jumlah larva hingga tidak ada lagi larva yang berubah menjadi pupa. Jumlah pupa diamati dibawah mikroskop dan dihitung satu per satu dengan menggunakan alat *hand counter*. Pupa kemudian dikembalikan ke dalam tabung kaca. Pupa di dalam tabung kaca tersebut kemudian diletakkan kembali ke dalam inkubator sesuai perlakuan hingga menjadi imago baru.

Penghitungan jumlah imago baru *O. surinamensis* dilakukan setiap hari sejak kemunculan imago baru pertama kali sampai tidak ada lagi imago yang muncul.

Penelitian II : Perkembangan *O. surinamensis* pada berbagai suhu

Pengamatan lama stadia telur *O. surinamensis* diawali dengan menyiapkan tabung kaca yang diisi dengan 30 g beras varietas IR 64 dan diinfestasikan 15 pasang imago *O. surinamensis* yang berumur 1-2 minggu. Tabung kaca kemudian ditutup dengan kain kasa dan ditempatkan di dalam inkubator di ruang laboratorium sesuai perlakuan. Satu hari setelah infestasi, pakan diamati dibawah mikroskop untuk mengambil telur *O. surinamensis*, masing-masing diambil sebanyak 10 butir telur dari setiap perlakuan, kemudian diletakkan pada fial film secara hati - hati dengan menggunakan kuas. Fial film tersebut kemudian diberi label dan diletakkan di inkubator sesuai perlakuan. Perlakuan ini diulang sebanyak enam kali. Pengamatan lama stadia telur dilakukan setiap hari dengan menggunakan mikroskop hingga telur menetas menjadi larva.

Pengamatan stadia larva mulai dilakukan sejak larva terbentuk hingga menjadi pupa. Beras pada fial film diamati dengan mikroskop untuk melihat larva *O. surinamensis*. Fial film yang telah terdapat larva *O. surinamensis* kemudian diberi label dan diletakkan kembali kedalam inkubator sesuai perlakuan.

Pengamatan stadia pupa dilakukan sejak pupa terbentuk hingga menjadi imago baru. Beras pada fial film diamati dengan mikroskop untuk melihat pupa *O. surinamensis*. Fial film yang telah terdapat pupa *O. surinamensis* kemudian diberi label dan diletakkan kembali kedalam inkubator sesuai perlakuan. Pengamatan praoviposisi dilakukan sejak imago baru muncul hingga imago meletakkan telur untuk pertama kali.

3.4 Analisis Data

Data jumlah telur, jumlah larva, jumlah pupa, jumlah imago baru, berat imago baru, lama stadia telur, lama stadia larva, lama stadia pupa, dan praoviposisi serangga *O. surinamensis* dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf kesalahan 5%. Apabila hasil analisis tersebut menunjukkan pengaruh yang nyata, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf kesalahan 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Mortalitas Imago *O. surinamensis*

Perlakuan dengan suhu penyimpanan yang berbeda berpengaruh nyata terhadap rerata mortalitas imago *O. surinamensis* pada tujuh hari setelah infestasi (Tabel Lampiran 1). Rerata mortalitas imago *O. surinamensis* tujuh hari setelah infestasi pada berbagai tingkatan suhu disajikan pada Tabel 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mortalitas imago *O. surinamensis* terjadi pada perlakuan suhu 35°C dan 40°C.

Tabel 1. Rerata Mortalitas Imago *O. surinamensis* Tujuh Hari Setelah Infestasi pada Berbagai Tingkatan Suhu

Perlakuan Suhu	Rerata Mortalitas Imago <i>O. surinamensis</i> Sebelum Transformasi (%)(\pm SB)	Rerata Mortalitas Imago <i>O. surinamensis</i> Sesudah Transformasi (%)(\pm SB)
Suhu 27°C	0 \pm 0	0,00 \pm 0 a
Suhu 30°C	0 \pm 0	0,00 \pm 0 a
Suhu 35°C	3,9 \pm 2,53	10,24 \pm 2,53 b
Suhu 40°C	100 \pm 0	90,05 \pm 0 c
Nilai BNT (5%)		3,3

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf kesalahan 5%. Data ditransformasi dalam bentuk Log (X+1) untuk kepentingan analisis; SB: Simpangan Baku

Mortalitas imago *O. surinamensis* lebih tinggi pada suhu 40°C dibandingkan pada suhu 27°C, 30°C, dan 35°C. Mortalitas Imago *O. surinamensis* pada perlakuan suhu 40°C yang lebih tinggi (100%) diduga karena suhu tersebut lebih dari suhu maksimum serangga *O. surinamensis*. Banks dan Fields (1995) menyatakan bahwa pemaparan pada suhu tinggi (40-60°C) dapat menyebabkan kematian pada serangga hama gudang. Suhu 40°C dapat meningkatkan kehilangan air dari tubuh serangga karena spirakel terbuka lebar dan mencairnya lipid pada kutikula, hal ini menyebabkan kehilangan cairan dari tubuh serangga (Sehnal *et al.*, 2003). Ebeling (1971) menyatakan bahwa serangga akan mati apabila kehilangan sekitar 60% air dari dalam tubuhnya.

Mortalitas imago *O. surinamensis* juga terjadi pada perlakuan suhu 35°C, namun persentasenya rendah (3,9%). Perlakuan suhu 27°C dan 30°C tidak menyebabkan kematian pada imago *O. surinamensis* yang diinfestasikan. Hal ini menunjukkan bahwa suhu 27°C dan 30°C sesuai untuk pertumbuhan serangga *O. surinamensis*. Komson (1967) menyatakan bahwa serangga *O. surinamensis* dapat bertahan hidup pada kisaran suhu 20-38°C, dan perlakuan suhu 27 dan 30°C berada diantara kisaran suhu tersebut sehingga tidak menyebabkan kematian pada serangga *O. surinamensis*. Serangga *O. surinamensis* akan mengalami kematian diluar kisaran suhu 20-38°C.

4.1.2 Jumlah Telur, Larva, Pupa dan Imago Baru *O. surinamensis*

Perlakuan dengan suhu penyimpanan yang berbeda berpengaruh nyata pada rerata jumlah telur, larva, pupa, dan imago baru *O. surinamensis* (Tabel Lampiran 2-5). Rerata jumlah telur, larva, pupa, dan imago baru *O. surinamensis* pada berbagai tingkatan suhu disajikan pada Tabel 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *O. surinamensis* dapat bertahan hidup pada perlakuan suhu 27-35°C. Hal ini terlihat dari telur yang dapat menetas dan berkembang hingga menjadi imago baru.

Tabel 2. Rerata Jumlah Telur, Larva, Pupa, dan Imago Baru *O. surinamensis* pada Berbagai Tingkatan Suhu

Perlakuan Suhu	Telur (Butir) (±SB)	Larva (Ekor) (±SB)	Pupa (Ekor) (±SB)	Imago Baru (Ekor)(±SB)
Suhu 27°C	132,5±41,88 b	121,5±41,52 b	98,5 ± 39,64 b	88,17 ± 41,3 b
Suhu 30°C	189,83±24,35c	180,83± 27,1 c	163,33± 32,3 c	151,67±31,39c
Suhu 35°C	42,5 ± 16,45 a	33,17 ± 14,8 a	24,67 ± 14 a	17,17 ± 10,4 a
Nilai BNT (5%)	36,34	36,76	37,66	37,58

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf kesalahan 5%. Data ditransformasi dalam bentuk Log (X+1) untuk kepentingan analisis; SB: Simpangan Baku

Rerata jumlah telur yang diletakkan oleh imago *O. surinamensis* betina pada berbagai tingkatan suhu berkisar antara 42,50-189,83 butir. Rerata jumlah telur lebih tinggi dihasilkan pada perlakuan suhu 30°C dibandingkan dengan

perlakuan suhu 27 dan 35°C. Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan suhu sampai dengan 30°C dapat meningkatkan rerata jumlah telur yang dihasilkan *O. surinamensis*, kemudian terjadi penurunan pada suhu yang lebih tinggi (35°C). Rendahnya rerata jumlah telur pada perlakuan suhu 35°C diduga karena suhu tersebut diluar kisaran suhu optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan *O. surinamensis*. Sesuai Banks dan Fields (1995) menyatakan bahwa perlakuan di atas suhu optimum dapat menghentikan pertumbuhan serangga. Rees (2004) menyatakan bahwa serangga *O. surinamensis* dapat hidup pada kisaran suhu 20-38°C dan memiliki suhu optimum antara 30-32,5°C. Di luar suhu optimum 30-32,5°C akan meningkatkan mortalitas imago *O. surinamensis*. Hal tersebut tampaknya yang menyebabkan jumlah telur lebih rendah dihasilkan pada perlakuan suhu 35°C dibandingkan dengan perlakuan suhu 27 dan 30°C.

Rerata jumlah larva pada suhu 27-35°C berkisar antara 33,17-180,83 ekor. Perlakuan suhu 30°C menghasilkan rerata jumlah larva lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan suhu 27 dan 35°C. Larva *O. surinamensis* pada suhu 27-35°C tidak seluruhnya dapat berkembang menjadi pupa. Rerata jumlah pupa *O. surinamensis* yang terbentuk pada suhu 27-35°C berkisar antara 24,67-163,33 individu. Rerata jumlah pupa lebih tinggi dihasilkan pada perlakuan suhu 30°C dibandingkan dengan perlakuan suhu 27 dan 35°C. Pupa *O. surinamensis* pada suhu 27-35°C tidak seluruhnya dapat berkembang menjadi imago baru. Rerata jumlah imago baru *O. surinamensis* yang terbentuk pada suhu 27-35°C berkisar antara 17,17-151,67 ekor. Rerata jumlah imago baru lebih tinggi dihasilkan pada suhu 30°C dibandingkan dengan suhu 27 dan 35°C.

4.1.3 Perkembangan *O. surinamensis* pada Beras dengan Suhu Penyimpanan yang berbeda

Perlakuan dengan suhu penyimpanan yang berbeda berpengaruh secara nyata terhadap rerata lama stadia telur, larva, pupa, praoviposisi dan siklus hidup *O. surinamensis* (Tabel Lampiran 6-10).

Tabel 3. Rerata Stadia Telur, Larva, Pupa, Praoviposisi, dan Siklus Hidup *O. surinamensis* pada Beras dengan Suhu Penyimpanan yang Berbeda

Perlakuan Suhu	Rerata Stadium (Hari)(\pm SB)				
	Telur	Larva	Pupa	Praoviposisi	Siklus Hidup
Suhu 27°C	5,18 \pm 0,17 b	16,11 \pm 0,9 b	6,5 \pm 0,14 b	10,17 \pm 0,65 b	37,96 \pm 1,09 b
Suhu 30°C	4,25 \pm 0,15 a	14,46 \pm 0,64a	5,6 \pm 0,2 a	8,20 \pm 1,1 a	32,5 \pm 0,84 a
Suhu 35°C	5,1 \pm 0,36 b	16,2 \pm 0,47 b	7,15 \pm 0,33c	10,56 \pm 0,85 b	39,1 \pm 1,33 b
Nilai BNT (5%)	0,3	0,85	0,29	1,09	1,36

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf kesalahan 5%. Data ditransformasi dalam bentuk Log (X+1) untuk kepentingan analisis; SB: Simpangan Baku

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan suhu 30°C menyebabkan waktu perkembangan *O. surinamensis* lebih singkat daripada perlakuan suhu yang lain. Pada Tabel 3 terlihat bahwa stadia telur lebih singkat pada perlakuan suhu 30°C (4,25 hari), dibandingkan dengan perlakuan pada suhu 27°C (5,18 hari) dan perlakuan pada suhu 35°C (5,1 hari). Pada Tabel 3 terlihat bahwa stadia larva lebih singkat pada perlakuan suhu 30°C (14,46 hari), dibandingkan dengan perlakuan pada suhu 27°C (16,11 hari) dan perlakuan pada suhu 35°C (16,2 hari). Pada Tabel 3 terlihat bahwa stadia pupa lebih singkat pada perlakuan suhu 30°C (5,6 hari), dibandingkan dengan perlakuan pada suhu 27°C (6,5 hari) dan perlakuan pada suhu 35°C (7,15 hari). Pada Tabel 3 terlihat bahwa praoviposisi lebih singkat pada perlakuan suhu 30°C (8,2 hari), dibandingkan dengan perlakuan pada suhu 27°C (10,17 hari) dan perlakuan pada suhu 35°C (10,56 hari). Pada Tabel 3 terlihat bahwa siklus hidup lebih singkat pada perlakuan suhu 30°C (32,5 hari), dibandingkan dengan perlakuan pada suhu 27°C (37,96 hari) dan perlakuan pada suhu 35°C (39,1 hari). Hal tersebut

menunjukkan bahwa pada perlakuan suhu 30°C serangga *O. surinamensis* dapat berkembang dengan baik. Arbogast (1976) menyatakan bahwa suhu 30°C merupakan suhu optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan serangga *O. surinamensis*. Pada suhu optimum, kecepatan proses metabolisme serangga berbanding lurus dengan kenaikan suhu lingkungan.

4.2 Pembahasan Umum

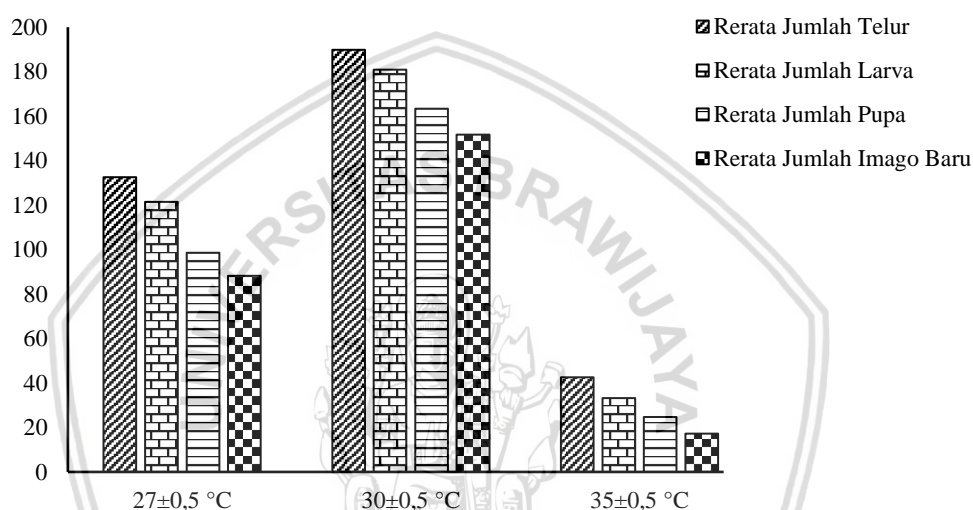
Berdasarkan penelitian yang dilakukan yaitu pengamatan pertumbuhan populasi dan perkembangan *O. surinamensis* diketahui bahwa pada perlakuan suhu 40°C serangga *O. surinamensis* tidak dapat hidup dan berkembangbiak. Mortalitas imago *O. surinamensis* pada perlakuan suhu 40°C sebesar 100%. Tingginya mortalitas imago *O. surinamensis* diduga karena suhu tersebut diluar kisaran suhu maksimum serangga *O. surinamensis*. Banks dan Fields (1995) menyatakan bahwa pemaparan pada suhu 40-60°C dapat menyebabkan kematian pada serangga hama gudang. Astuti *et al.*, (2013) melaporkan bahwa perlakuan pada suhu 40°C menyebabkan kematian pada salah satu serangga hama gudang yaitu *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae).

Suhu 40°C dapat meningkatkan kehilangan air pada tubuh serangga karena spirakel terbuka lebar dan mencairnya lipid pada kutikula, hal ini menyebabkan kehilangan cairan dari tubuh serangga (Sehnal *et al.*, 2003). Ebeling (1971) menyatakan bahwa serangga akan mati apabila kehilangan sekitar 60% air dari dalam tubuhnya. Selain itu, penyebab serangga *O. surinamensis* tidak dapat bertahan hidup pada perlakuan suhu 40°C diduga karena proses respirasi serangga *O. surinamensis* tidak mampu dilakukan dengan baik pada perlakuan suhu tersebut.

Hasil pengamatan pertumbuhan populasi dan perkembangan serangga *O. surinamensis* menunjukkan bahwa serangga *O. surinamensis* dapat hidup dan berkembangbiak pada suhu 27-35°C. Pada kisaran suhu tersebut telur *O. surinamensis* dapat menetas dan berkembang hingga menjadi imago. Hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi tersebut sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan *O. surinamensis*. Komson (1967) melaporkan bahwa serangga *O. surinamensis* mampu hidup dan berkembangbiak pada kisaran suhu 22,5-37,5°C.

Pertumbuhan populasi *O. surinamensis* lebih tinggi pada perlakuan suhu 30°C dibandingkan dengan perlakuan suhu 27°C dan 35°C. (Gambar 7) rerata jumlah telur lebih tinggi dihasilkan pada perlakuan suhu 30°C (189,83 butir)

dibandingkan dengan perlakuan suhu 27°C (132,5 butir) dan 35°C (42,5 butir). Rerata jumlah larva lebih tinggi dihasilkan pada perlakuan suhu 30°C (180,83 ekor) dibandingkan dengan perlakuan suhu 27°C (121,5 ekor) dan 35°C (33,17 ekor). Rerata jumlah pupa lebih tinggi dihasilkan pada perlakuan suhu 30°C (163,33 ekor) dibandingkan dengan perlakuan suhu 27°C (98,5 ekor) dan 35°C (24,67 ekor). Rerata jumlah imago baru yang lebih tinggi dihasilkan pada perlakuan suhu 30°C (151,67 ekor) dibandingkan dengan perlakuan suhu 27°C (88,17 ekor) dan 35°C (17,17 ekor).



Gambar 7. Rerata Jumlah Telur, Larva, Pupa, dan Imago Baru *O. surinamensis* pada Berbagai Tingkatan Suhu

Berdasarkan pada hasil penelitian pertumbuhan populasi dapat diketahui bahwa pertumbuhan populasi serangga *O. surinamensis* pada perlakuan suhu 30°C lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan suhu 27°C dan 35°C. Rees (2004) menyatakan bahwa suhu 30°C merupakan suhu optimum untuk pertumbuhan serangga *O. surinamensis*. Pada suhu tinggi seperti pada perlakuan suhu 35°C dapat memberikan efek negatif pada serangga yang dipengaruhi, salah satu efek negatif tersebut adalah penurunan fekunditas (Curtis, 1974). Diduga penurunan fekunditas menyebabkan rendahnya pertumbuhan populasi serangga *O. surinamensis* pada perlakuan suhu 35°C. Berger *et al.* (2008) menyatakan penurunan fekunditas dapat dijelaskan melalui beberapa sebab, salah satunya ialah gangguan pematangan telur yang dihasilkan pada lingkungan bersuhu tinggi. Pematangan telur serangga sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan begitu juga dengan peletakan telur oleh

serangga betina yang memerlukan rentang suhu tertentu. Marshall dan Sinclair (2009) menyatakan pada lingkungan dengan suhu tinggi dapat terjadi kerusakan pada serangga yang sedang tumbuh dan berkembang, yang berkaitan dengan denaturasi protein, perubahan transisi fase, dan perubahan potensial membran. Diduga perlakuan suhu 35°C juga mempengaruhi kemandulan serangga jantan *O. surinamensis* yang mengakibatkan pertumbuhan serangga *O. surinamensis* menjadi rendah.

Perkembangan *O. surinamensis* lebih singkat pada perlakuan suhu 30°C dibandingkan dengan perlakuan suhu 27°C dan 35°C. Hal tersebut dilihat dari stadia telur, stadia larva, stadia pupa, dan praoviposisi serangga *O. surinamensis* pada perlakuan suhu 30°C lebih singkat dibandingkan pada perlakuan suhu 27°C dan 35°C. Perkembangan serangga *O. surinamensis* lebih singkat pada perlakuan suhu 30°C dibandingkan dengan perlakuan suhu 27°C diduga karena metabolisme tubuh serangga semakin cepat jika terjadi peningkatan suhu. Marwoto (2011) menyatakan bahwa meningkatnya suhu akan berpengaruh terhadap kecepatan proses metabolisme serangga yang menyebabkan semakin singkat waktu yang dibutuhkan serangga untuk menyelesaikan siklus hidupnya. Rees (2004) menyatakan suhu 30°C merupakan suhu optimum untuk perkembangan serangga *O. surinamensis*. Pada perlakuan suhu 27°C diduga kondisi tubuh serangga *O. surinamensis* lebih dingin dibandingkan pada suhu optimum 30°C, sehingga metabolisme di dalam tubuh serangga *O. surinamensis* berjalan lambat yang mengakibatkan serangga *O. surinamensis* tidak banyak membutuhkan energi dari hasil pembakaran makanan. Chapman (1982) menyatakan suhu dibawah kisaran suhu optimum menyebabkan serangga semakin kurang aktif sampai akhirnya serangga tidak dapat bergerak atau masih dapat bergerak tetapi mengalami kesulitan. Dibawah kondisi optimum tersebut serangga masih tetap hidup untuk waktu yang lama, tetapi jika serangga tidak dapat mencari pakan maka serangga tersebut dapat mengalami kelaparan sampai akhirnya mati.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pertumbuhan dan perkembangan *O. surinamensis* pada beras dengan suhu penyimpanan yang berbeda dapat disimpulkan bahwa:

1. Pertumbuhan populasi serangga *O. surinamensis* lebih tinggi pada perlakuan suhu $30\pm0,5$ °C dibandingkan dengan perlakuan pada suhu $27\pm0,5$ °C dan $35\pm0,5$ °C berdasarkan rerata jumlah telur, larva, pupa, dan imago baru yang lebih tinggi. Serangga *O. surinamensis* mengalami kematian 100% pada perlakuan suhu $40\pm0,5$ °C.
2. Perkembangan serangga *O. surinamensis* lebih cepat pada perlakuan suhu $30\pm0,5$ °C dibandingkan dengan perlakuan pada suhu $27\pm0,5$ °C dan $35\pm0,5$ °C. Pada perlakuan suhu $40\pm0,5$ °C serangga *O. surinamensis* tidak bisa berkembang.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap pertumbuhan dan perkembangan serangga *O. surinamensis* dengan rentang suhu yang lebih sempit untuk mengetahui pada suhu berapa pertumbuhan dan perkembangan serangga *O. surinamensis* mulai terhambat. Perlu dilakukan penelitian pengaruh suhu terhadap ukuran dan penurunan bobot serangga *O. surinamensis*. Pengamatan dilakukan di ruang inkubasi untuk meminimalisir tingkat *stress* pada serangga dan meminimalisir kesalahan. Untuk meminimalisir serangan hama *O. surinamensis* pada beras dalam simpanan antara lain dapat dilakukan dengan mengatur suhu ruangan lebih kecil dari 27°C dan lebih besar dari 35 °C.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, A.W. dan Sudarmaji. 2009. Hama Pascapanen Padi dan Pengendaliannya. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 23:441-472
- Arbogast. 1976. Population Parameters for *Oryzaephilus surinamensis* and *O. mercator*. Effect of Relative Humidity. Stored-Product Insects Research and Development Laboratory, J. Agric. Res. Serv., USDA, Savannah. 5(4): 738-742
- Arthur, F. H. 2001. Immediate and Delayed Mortality of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) Exposed on Wheat Treated with Diatomaceous Earth: Effects of Temperature, Relative Humidity, and Exposure Interval. J. Stored Prod. Res. 37: 13-21
- Astuti L. P., G. Mudjiono., S. Rasminah., dan B.T. Rahardjo. 2013. Influence of Temperature and Humidity on the Population Growth of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) on Milled Rice. J. Entomol. 10(2): 86-94
- Back, E. A. dan R. T. Cotton. 1926. Biology of the Saw-Toothed Grain Beetle, *Oryzaephilus surinamensis* Linne. J. Agric. Res. 33(5): 435-450
- Banks, J. dan P. Fields. 1995. Physical Methods for Insect Control in Stored-Grain Ecosystems. Dalam Jayas, D.S., N.G. White dan W.E. Muir (Eds.). Hal. 353-410. Stored Grain Ecosystems. Marcel Dekker, Inc. New York
- Beckel, H.S., I. Lorini dan S. M. N. Lazzari. 2007. Rearing Method of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) on Various Wheat, Grain Granulometry. J. Rev. Bras. Entomol. 51(4): 501-505
- Bekele, J.A., D. Obengofori, A. Hassanali dan G.H.N. Nyamasyo. 1995. Products Derived from the Leaves of *Ocimum kilimandscharicum* as Post-Harvest Grain Protectants against the Infestation of Three Major Stored Product Insect Pests. Bulletin Entomology Research 85(3): 361-367
- Berger, D., Walters, R., dan Gotthard, K. 2008. What Limits Insect Fecundity Body Size and Temperature-Dependent Egg Maturation and Oviposition in a Butterfly. J. Funct. Ecol. 22(10): 523-529
- Bousquet, Y. 1990. Beetles Associated with Stored Products in Canada: An Identification Guide. Biosystematics Research Centre. Ottawa
- Chapman, R. F. 1982. The Insects Structure and Function 3th Edition. Direvisi dan diperbaharui oleh Douglas, A. E. dan S. J. Simpson. Cambridge University Press. Cambridge
- Curtis, C. E. dan J. D. Clark. 1974. Comparative Biologies of *Oryzaephilus surinamensis* and *O. mercator* (Coleoptera: Cucujidae) on Dried Fruits and Nuts. Technical Bulletin No. 1488. Agricultural Research Service United States Department of Agriculture. Washington D. C

- Ebeling, W. 1971. Sorptive Dusts for Pest Control. J. Annu. Rev. Entomol. 16: 123-158
- Emery, R. N. dan M. K. Nayak. 2007. Cereals: Pests of Stored Grains. hlm. 40-62. *Dalam* Bailey, P. T. (Ed.). Pests of Field Crops and Pastures: Identification and Control. CSIRO Publishing. Collingwood
- Govindaraj. 2014. Biology of the Sawtoothed Grain Beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus) on Different Stored Products and its Host Associated Genetic Variability. Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India. 10: 128-135
- Fatchurrozi. 2011. Analisis Desain Fungsional dan Kondisi Lingkungan Mikro pada Gudang Beras: Studi Kasus Gudang Beras Bulog Dramaga-Bogor. Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Fields, P. dan Z. Korunic. 2000. The Effect of Grain Moisture Content and Temperature on the Efficacy of Diatomaceous Earth From Different Geographical Locations Against Stored Products Beetles. J. Stored Prod. Res. 36: 1-13
- Fraenkel, G. dan M. Blewett. 1943. The Natural Foods dan The Food Requirements of Several Species of Stored Product Insect. J. Trans. R. Ent. Soc. Lond. 93: 457-490
- Friedman, A. L. L. 2015. The Silvanidae (Coleoptera: Cucujidae). Isr. J. Entomol. 44-45 : 75-98
- Hangay, G. dan P. Zborowski. 2010. A Guide to the Beetles of Australia. CSIRO Publishing. Collingwood
- Haryadi, Y. 2010. Peranan Penyimpanan Dalam Menunjang Ketahanan Pangan. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan Institut Pertanian Bogor. 19(4): 345-359
- Hashem, M.Y., Ahmed, S.S., El-Mohandes, M.A., Gharib, M.A., 2012. Susceptibility of different life stages of saw-toothed grain beetle *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) to modified atmospheres enriched with carbon dioxide. J. Stored Prod. Res. 48: 46-51
- Heinrichs, E. A., E. G. Medrano dan H. R. Rapusas. 1984. Genetic Evaluation for Insect Resistance In Rice. International Rice Research Institute. Los Banos
- Howe, R.W. 1965. A Summary of Estimates of Optimal and Minimal Condition for Population Increase of Some Stored Product Insect. J. Stored Prod. Res. 1: 177-184
- Johnson, J. 2013. Pest Control in Postharvest Nuts. San Joaquin Valley Agricultural Science Center, USA. 10: 56-87

- Jumar, 2000. Entomologi Pertanian. PT Rineka Cipta. Jakarta
- Kalshoven, L. G. E. 1981. The Pests of Crops in Indonesia. Direvisi dan diterjemahkan oleh Van der Laan, P. A. PT Ichtiar Baru-Van Hoeve. Jakarta
- Komson, A. 1967. A Comparative Study of the Saw-toothed Grain Beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (L.) and of the Merchant Grain Beetle, *Oryzaephilus mercator* (Fauv.), (Coleoptera, Cucujidae). Tesis. Department of Entomology, McGill University. Montreal
- Leelaja, B. C., Y. Rajashekar dan S. Rajendran. 2007. Detection of Eggs of Stored-Product Insects in Flour with Staining Techniques. J. Stored Prod. Res. 43: 206-207
- Levinson, H. Z. dan A. R. Levinson. 1978. Dried Seeds, Plant and Animal Tissues As Food Favoured by Storage Insect Species. Proceedings 4th Insect/Host Plant Symposium. Ent. Exp. & Appl. 24: 305-317. Amsterdam
- Marshall, K. E. dan Sinclair, B. J. 2009. Repeated Stress Exposure Results in a Survival-Reproduction Trade-Off in Insects. Proceedings of The Royal Society B, 277(10): 963-969
- Marwoto, F.C., Indriani, A. Sulisty, dan R.T. Hapsari. 2011. Diagnosis Ledakan Populasi Hama Kutu Kebul *Bemissia tabaei* pada Pertanaman Kedelai (Studi Kasus Penyebab Ledakan Populasi Kutu Kebul di KP Muneng MK 2009). Dalam A. Widjono, Hermanto, dan Sholikin (Eds). Hal 277-288. Prosiding Seminar Nasioanal Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Bogor
- Navarro, S., R. Noyes, dan D.S. Jayas. 2002. Stored Grain Ecosystem and Heat, and Moisture Transfer in Grain Bults. Dalam Navarro, S. Dan R. Noyes (Eds.) Hal 35-78. The mechanics and Physis of Modern grain Aeration Management. CRC Press. Florida
- Peng, W.K. dan B. M. Rejesis. 1988. Grain Storage Insect. Dalam Swaminathan, M.S. (Ed). Hal 164-177. Proceeding of the International Workshop on Rice Seed Health. Manila, Philippines
- Prakash, A. Dan J. Rao. 1995. Insect Pest Management in Stored-Rice Ecosystems. Dalam Jayas, D.S, N.D.G White, dan W.E. Muir (Eds). Hal 709-736. Stored-Grain Ecosystems. Marcel Dekker, Inc. New York
- Rees, D. 2004. Insect of stored Products. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia
- Rejekiningrum, P. 2013. Model Optimasi Surplus Beras untuk Menentukan Tingkat Ketahanan Pangan Nasional. Prosiding Seminar Nasional Matematika, Sains, dan Teknologi. 4: 62-75
- Robinson, W. H. 2005. Handbook of Urban Insect and Arachnids. Cambridge University Press. Cambridge

- Sahito, A.H. Mallah, A.N. Kousar, T. Kubar, A. W. Shah, H.Z. Jatoi, A.F. dan Mangrio, M.W, 2016. Life Table Parameters of Sawtoothed Grain Beetle *Oryzaephilus surinamensis* (L., 1758) on Different Varieties of Stored Date Palm Fruits Infested Under Laboratory Conditions. Department of Zoology, Faculty of Natural Sciences, Shah Abdul Latif University, Khairpur, Pakistan. 5(1): 95-99
- Sacakli, P., B. H. Koksall, A. Ergun dan B. Ozsoy. 2013. Usage of Brewers Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a Replacement of Vitamin and Trace Mineral Premix in Broiler Diets. *Revue Med. Vet.* 164(1): 39-44
- Sallam, M. N. 1994. Insect Damage: Damage on Post-harvest. International Centre of Insect Physiology and Ecology (ICIPE)
- Sehna, F., O. Nedved, dan V. Kostal. 2003. Temperature, Effects on Development and Growth. *Dalam* Resh, V.H. dan R.T. Carde (Eds.). Hal 1116-1119. *Encyclopedia of Insects*. Academic Press. USA.
- Simmons, P. dan H. D. Nelson. 1975. Insects on Dried Fruits. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Agriculture Handbook 464. Washington D. C
- Sjam, S. 2014. Hama Pascapanen dan Strategi Pengendaliannya. IPB Press. Bogor
- Tran, B. M. D. 1999. "Postharvest and Storage Pests: Insects and Mites" In CPC Global Module – CD Room. CAB International
- Throne, J. E., G. J. Hallman, J. A. Johnson dan P. A. Follett. 2003. Post-harvest Entomology Research in the United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. *J. Pest Manag. Sci.* 59: 619-628
- White, P. R. dan B. M. Luke. 1986. Fine Structure, Function and Distribution of Antennal Sensilla in the Saw-toothed Grain Beetle, *Oryzaephilus surinamensis*. *J. Physiol. Entomol.* 11: 227-238
- Wigglesworth, V.B. 1972. The Principles of Insect Physiology 7th Ed. Chapman and Hall Ltd. London, 827 pp
- Winarno, F, G., 2006. Hama Gudang dan Teknik Pemberantasannya. Bogor, M – BRIO PRESS